

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



553379

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. November 2004 (04.11.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/094806 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02D 41/38, 35/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/002619

(22) Internationales Anmeldedatum: 12. März 2004 (12.03.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 103 18 646.8 24. April 2003 (24.04.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ESER, Gerhard [DE/DE]; Heimweg 11, 93155 Hemau (DE). Wiest, Martin [DE/DE]; Tiroler Strasse 41, 70329 Stuttgart-Uhlbach (DE).

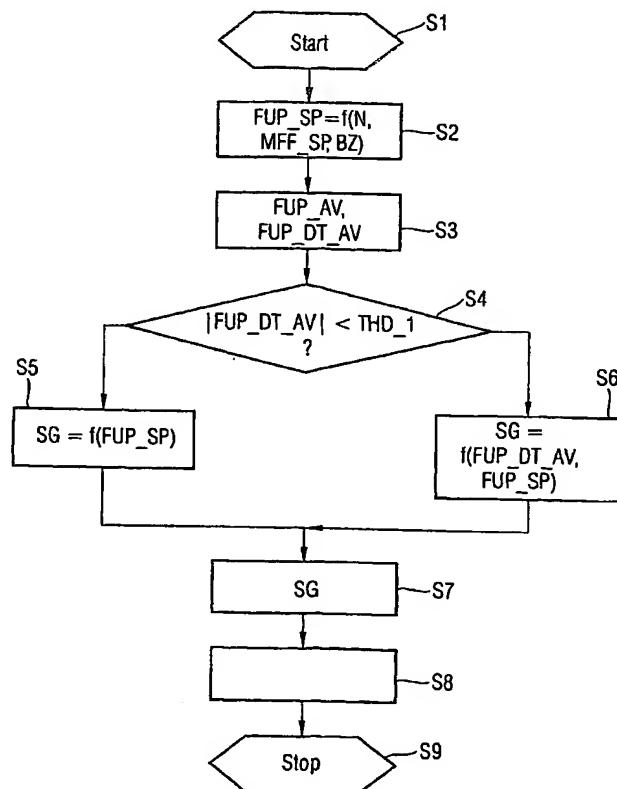
(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A FUEL PRESSURE IN A FUEL SUPPLY DEVICE OF A COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM STEUERN EINES KRAFTSTOFFDRUCKS IN EINER ZUFÜHRUNGSEINRICHTUNG FÜR KRAFTSTOFF EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: A fuel supply device of a combustion engine comprises a fuel pump that pumps fuel into a fuel accumulator, which provides injection valves with fuel and which is connected to a regulator valve that sets the fuel pressure according to an actuating signal (SG). The fuel pressure in the supply device is controlled in such a manner that the actuating signal (SG) is determined according to a desired fuel pressure (FUP_SP) and to a quantity that characterizes the dynamics of the flow of the fuel through the regulator valve, and the regulator valve is subsequently controlled by the actuating signal (SG).

(57) Zusammenfassung: Eine Zuführeinrichtung für Kraftstoff einer Brennkraftmaschine hat eine Kraftstoffpumpe, die Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher pumpt, der Einspritzventile mit Kraftstoff versorgt und der mit einem Regulatorventil verbunden ist, das abhängig von einem Stellsignal (SG) den Kraftstoffdruck einstellt. Der Kraftstoffdruck in der Zuführeinrichtung wird dadurch gesteuert, dass das Stellsignal (SG) abhängig von einem gewünschten Kraftstoffdruck (FUP_SP) und einer die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil charakterisierenden Größe ermittelt wird und dann das Regulatorventil mit dem Stellsignal (SG) angesteuert wird.



PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

Beschreibung

Verfahren zum Steuern eines Kraftstoffdrucks in einer Zuführungseinrichtung für Kraftstoff einer Brennkraftmaschine

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern eines Kraftstoffdrucks in einer Zuführungseinrichtung für Kraftstoff einer Brennkraftmaschine.

10 Aus dem Handbuch Verbrennungsmotor, Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 2002, ISBN 3-528-03933-7, Seite 402, ist eine Zuführeinrichtung für Kraftstoff einer Brennkraftmaschine bekannt. Die Zuführeinrichtung weist eine Kraftstoffpumpe auf, die Kraftstoff in 15 einen Kraftstoffspeicher pumpt, der Einspritzventile mit Kraftstoff versorgt und der mit einem Regulatorventil verbunden ist, das abhängig von einem Stellsignal einer Motorsteuerung den Kraftstoffdruck einstellt. Das Dokument enthält jedoch keinen Hinweis, wie die Ansteuerung des Regulatorventils erfolgen soll.

20

25 Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Steuern eines Kraftstoffdrucks in einer Zuführeinrichtung für Kraftstoff einer Brennkraftmaschine zu schaffen, welches gewährleistet, dass unabhängig von dem Betriebszustand der Brennkraftmaschine der Kraftstoffdruck präzise einstellbar ist.

30 Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

35 Der Erfindung liegt die Kenntnis zu Grunde, dass bei einer hohen Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil unerwünschte Drucküberhöhungen auftreten, wenn das Stellsignal für das Regulatorventil lediglich unter Berücksichtigung eines stationären Durchflusses des Kraftstoffs durch das Regulatorventil eingestellt wird. Eine derartige

hohe Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil tritt in der Regel auf, wenn die Brennkraftmaschine von einem Betriebszustand des Normalbetriebs in den Leerlauf oder Schubabschalten oder umgekehrt gesteuert wird.

5 Bei solchen Übergängen des Betriebszustandes kann dann der Kraftstoffdruck nur sehr ungenau eingestellt werden. Durch das Ermitteln des Stellsignals für das Regulatorventil abhängig von einem gewünschten Kraftstoffdruck und einer die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil charakterisierenden Größe kann auf einfache Weise eine sehr präzise Einstellung des Kraftstoffdruckes unabhängig von dem Betriebszustand der Brennkraftmaschine erfolgen.

15 In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil charakterisierende Größe die Änderung des Durchflusses, welches eine sehr einfach bestimmbare Größe ist.

20 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil charakterisierende Größe die Änderung des Kraftstoffdruckes. Dies ist besonders einfach, da in der Regel ohnehin ein Drucksensor zum Erfassen des Kraftstoffdrucks in der Zuführleinrichtung für Kraftstoff vorhanden ist und so einfach dessen Messsignal ausgewertet werden kann.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

30 Figur 1 eine Brennkraftmaschine mit einer Zuführungseinrichtung für Kraftstoff,
Figur 2 ein Ablaufdiagramm eines Programms zum Steuern eines Kraftstoffdrucks in der Zuführleinrichtung für Kraftstoff einer Brennkraftmaschine gemäß Figur 1, und
35 Figur 3 beispielhafte Verläufe des Kraftstoffdrucks und des Durchflusses am Regulatorventil.

Elemente gleicher Konstruktion und Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

5 Eine Brennkraftmaschine (Figur 1) umfasst einen Ansaugtrakt 1, einen Motorblock 2, einen Zylinderkopf 3 und einen Abgas- trakt 4. Der Motorblock umfasst mehrere Zylinder, welche Kol- ben und Pleuelstangen haben, über die sie mit einer Kurbel- welle 21 gekoppelt sind.

10

Der Zylinderkopf umfasst einen Ventiltrieb mit einem Einlass- ventil, einem Auslassventil und Ventilantrieben. Der Zylin- derkopf 3 umfasst ferner ein Einspritzventil 34 und eine Zündkerze. Alternativ kann das Einspritzventil auch in dem

15 Ansaugtrakt 1 angeordnet sein.

Ferner ist eine Zuführeinrichtung 5 für Kraftstoff vorgese- hen. Sie umfasst einen Kraftstofftank 50, der über eine erste Kraftstoffleitung mit einer Niederdruckpumpe 51 verbunden 20 ist. Ausgangsseitig ist die Niederdruckpumpe 51 hin zu einem Zulauf 53 einer Hochdruckpumpe 54 wirkverbunden. Ferner ist auch ausgangsseitig der Niederdruckpumpe 51 ein mechanischer Regulator 52 vorgesehen, welcher ausgangsseitig über eine weitere Kraftstoffleitung mit dem Tank verbunden ist. Der me- 25 chanische Regulator ist vorzugsweise ein einfaches federbe- lastetes Ventil in der Art eines Rückschlagventils, wobei dann die Federkonstante so gewählt ist, dass in dem Zulauf 53 ein vorgegebener Niederdruck nicht überschritten wird. Die Niederdruckpumpe 51 ist vorzugsweise so ausgelegt, dass sie 30 während des Betriebs immer eine so hohe Kraftstoffmenge lie- fert, dass der vorgegebene Niederdruck nicht unterschritten wird.

35 Der Zulauf 53 ist hin zu der Hochdruckpumpe 54 geführt, wel- che ausgangsseitig den Kraftstoff hin zu einem Kraftstoff- speicher 55 fördert. Die Hochdruckpumpe 54 wird in der Regel von der Kurbelwelle 21 oder der Nockenwelle angetrieben und

fördert somit bei konstanter Drehzahl der Kurbelwelle 21 ein konstantes Kraftstoffvolumen in den Kraftstoffspeicher 55.

Die Einspritzventile 34 sind mit dem Kraftstoffspeicher 55 5 wirkverbunden. Der Kraftstoff wird somit den Einspritzventilen 34 über den Kraftstoffspeicher 55 zugeführt.

Ferner ist ein elektromagnetischer Regulator 56 mit dem im Kraftstoffspeicher 55 wirkverbunden. Über den elektromagnetischen Regulator 56 kann Kraftstoff von dem Kraftstoffspeicher 55 zurück über eine Rückführleitung 57 zum Zulauf 53 fließen. 10 Der elektromagnetische Regulator hat einen zylinderförmigen Kern mit einer Zylinderspule, der innen einen zylinderförmigen Hohlraum aufweist. In diesem zylinderförmigen Hohlraum 15. ist ein zylinderförmiger Anker mit einer Führungsstange eingebracht, die dann den freien Strömungsquerschnitt von dem Druckspeicher 55 hin zu dem Rücklauf 57 mehr oder weniger frei gibt abhängig von ihrer Stellung. Der Aufbau des elektromagnetischen Regulators entspricht somit dem eines Tauchankers. 20 Je nach der eingestellten Bestromung der Zylinderspule wird so der Kraftverlauf zum Verschieben des zylinderförmigen Ankers entsprechend einer veränderlichen Federkonstante eingestellt. So kann abhängig von dem Stellsignal, mit dem der elektromagnetische Regulator 56 angesteuert wird, also bei- 25 spielsweise der Bestromung, der Kraftstoffdruck in dem Druckspeicher 55 eingestellt werden.

Der Öffnungsquerschnitt des Regulatorventils hängt somit zum 30 einen ab von der magnetischen Kraft, die auf den zylinderförmigen Anker wirkt und zum anderen von der Kraft, die abhängt von dem tatsächlichen Istwert des Kraftstoffdruckes in dem Kraftstoffdruckspeicher 55. Darüber hinaus wirken bei einer Bewegung des Ankers auch Reibungskräfte, welche der Bewegung 35 entgegenwirken. Ferner hat der Anker auch eine nicht vernachlässigbare Massenträgheit, welche bei Durchflussänderungen im Regulator keine sofortige Positionsänderung des mit dem Anker verbundenen Ventilstößels zulässt, der den freien Querschnitt

für den Durchfluss von Kraftstoff von dem Kraftstoffspeicher 55 hin zu der Rückführleitung 57 mehr oder weniger frei gibt. Aufgrund dieser Kräfte weist der elektromagnetische Regulator eine Hysterese auf, wenn der Durchfluss des Kraftstoffes eine 5 Dynamik aufweist, die dann ohne Eingriffe zu Kraftstoffdruck-überhöhungen führen kann.

Ferner ist der Brennkraftmaschine eine Steuereinrichtung 6 zugeordnet, der wiederum Sensoren zugeordnet sind, die verschiedene 10 Messgrößen erfassen und jeweils den Messwert der Messgröße ermitteln. Die Steuereinrichtung 6 ermittelt abhängig von mindestens einer der Messgrößen Stellgrößen die dann in Stellsignale zum Steuern der Stellglieder mittels entsprechender Stellantriebe umgesetzt werden. Die Sensoren sind ein 15 Pedalstellungsgeber, welcher die Stellung eines Fahrpedals erfasst, ein Temperatursensor, welcher die Ansauglufttemperatur T_{IM} erfasst, ein Kurbelwellenwinkelsensor, welcher einen Kurbelwellenwinkel erfasst und welchem dann eine Drehzahl zugeordnet wird, ein weiterer Temperatursensor 23, welcher eine 20 Kühlmitteltemperatur TCO erfasst und ein Drucksensor 58, welcher den Kraftstoffdruck FUP_{AV} in dem Kraftstoffspeicher 55 erfasst. Je nach Ausführungsform der Erfindung kann eine beliebige Untergruppe der Sensoren oder auch zusätzliche Sensoren vorhanden sein.

25 Die Stellglieder sind beispielsweise Einlass- oder Auslassventile, die Einspritzventile 34, eine Zündkerze, eine Drosselklappe oder auch der elektromagnetische Regulator 56.

30 Zum Steuern des Kraftstoffdrucks in der Zuführeinrichtung 5 für Kraftstoff der Brennkraftmaschine ist ein Programm in der Steuereinrichtung 6 gespeichert, das während des Betriebs der Brennkraftmaschine geladen wird und anschließend abgearbeitet wird.

35 Das Ablaufdiagramm des Programms zum Steuern des Kraftstoffdrucks in der Zuführeinrichtung 5 wird im Folgenden anhand

von Figur 2 und dem dort dargestellten Ablaufdiagramm beschrieben. Das Programm wird in einem Schritt S1 gestartet. Dies erfolgt vorzugsweise erstmalig wenn die Brennkraftmaschine gestartet wird und das Programm wird dann in vorgegebenen Abständen oder nach vorgegebenen Ereignissen, wie beispielsweise nach einem vorgegebenen Drehwinkel der Kurbelwelle, 5 erneut gestartet und abgearbeitet.

In einem Schritt S2 wird ein Sollwert FUP_SP des Kraftstoffdruckes abhängig von der Motordrehzahl N, der einzuspritzenen Kraftstoffmasse MFF_SP und dem Betriebszustand BZ der Brennkraftmaschine, z.B. homogener oder geschichteter Betrieb, 10 ermittelt. In einem Schritt S3 wird der Istwert FUP_AV des Kraftstoffdrucks, der von dem Drucksensor 58 erfasst wird, 15 ermittelt und daraus auch der Gradient FUP_DT_AV des Kraftstoffdrucks ermittelt. Der Gradient, der auch als die zeitliche Ableitung bezeichnet wird, kann mittels eines beliebigen Approximationsverfahrens bestimmt werden. Er wird am einfachsten abhängig von zwei zeitlich aufeinanderfolgenden 20 Istwerten FUP_AV des Kraftstoffdrucks ermittelt.

In einem Schritt S4 wird geprüft, ob der Betrag des Gradienten FUP_DT_AV des Kraftstoffdruckes kleiner ist als ein 25 erster Schwellenwert THD_1. Ist dies der Fall, ist dies ein Zeichen, dass die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch den elektromagnetischen Regulator 56 gering ist. Ist die Bedingung des Schrittes S4 erfüllt, so wird in einem Schritt S5 das Stellsignal SG für den elektromagnetischen Regulator abhängig von dem Sollwert FUP_SP des Kraftstoffdrucks 30 ermittelt.

Ist die Bedingung des Schrittes S4 jedoch nicht erfüllt, so wird in einem Schritt S6 das Stellsignal SG abhängig von dem Sollwert FUP_SP und dem Gradienten FUP_DT_AV ermittelt. Dabei wird vorzugsweise das Stellsignal bei einem Anstieg des Kraftstoffdruckes, gekennzeichnet durch einen positiven Gradienten FUP_DT_AV des Kraftstoffdruckes, verringert und bei 35

einer Verringerung des Kraftstoffdruckes, gekennzeichnet durch einen negativen Gradienten FUP_DT_AV des Kraftstoffdruckes, erhöht. Die Ermittlung des Stellsignals SG kann dabei vorzugsweise mittels eines Kennfelds abhängig von dem Gradienten FUP_DT_AV und dem Sollwert FUP_SP des Kraftstoffdruckes durch Kennfeldinterpolation erfolgen.

5 In einem Schritt S7 wird dann das Stellsignal SG an den elektromagnetischen Regulator 56 ausgegeben. Durch das Stell-
10 signal wird vorzugsweise die Bestromung des elektromagnetischen Regulators 56 beeinflusst, vorzugsweise wird dazu ab-
hängig von dem Wert des Stellsignals SG die Pulsweitenmodula-
tion eines Spannungssignals, mit dem der elektromagnetische
15 Regulator 56 angesteuert wird, verändert.

15 In einem Schritt S9 wird das Programm dann beendet und nach einer vorgegebenen Wartezeitdauer oder Eintritt der oben ge-
nannten Bedingungen erneut in dem Schritt S1 gestartet. Al-
ternativ kann die die Dynamik des Durchflusses des Kraftstof-
20 fes durch das Regulatorventil charakterisierende Größe auch
direkt die Änderung des Durchflusses durch den elektromagne-
tischen Regulator 56 sein. Dieser Durchfluss kann beispiels-
weise mittels eines in der Rückführleitung 57 angeordneten
Durchflusssensors erfasst werden und daraus ebenfalls ein
25 entsprechender Gradient des Durchflusses ermittelt werden,
der dann zur Ermittlung des Stellsignals SG herangezogen
wird, wenn die Dynamik des Durchflusses einen vorgegebenen
Schwellwert überschreitet.

30 In Figur 3 ist zum einen der Verlauf des Istwertes FUP_AV des Kraftstoffdruckes abhängig von dem Durchfluss Q durch den elektromagnetischen Regulator 56 dargestellt. Die zwei darge-
stellten hystereseförmigen Verläufe des Kraftstoffdruckes ab-
hängig von dem Durchfluss Q sind für zwei verschiedene Werte
35 des Stellsignals dargestellt. Bei dem für den Punkt P1 einge-
stellten Wert des Stellsignals SG gibt sich über die Zeitach-
se t bezogen auf die Punkte P1, P2' und P3 der dargestellte

zeitliche Verlauf des Istwertes FUP_AV des Kraftstoffdruckes. Die Änderung des Kraftstoffdruckes des Istwertes des Kraftstoffdruckes FUP_AV von dem Punkt P1, dem Punkt P2 ist jedoch größer als der durch den ersten Schwellwert THD1 in dem

5 Schritt S4 für den Betrag des Gradienten FUP_DT_AV vorgegebenen Wertes. Somit wird dann das Stellsignal schon vor Erreichen des Punktes P2 verringert, wie dies ebenfalls in Figur 2 anhand des Punktes P2 in Abhängigkeit von der Zeit t und dem Stellsignal SG aufgetragen ist. Dadurch ergibt sich dann der
10 Druckverlauf des Istwertes FUP_AV über die Zeit entlang der Punkte P1, P2 und P3. Der Druckverlauf ist somit wesentlich gleichförmiger als bei den Punkten P1, P2' und P3.

Der Gradient FUP_DT_AV erhält dann besonders hohe betagsmäßige Werte, wenn ein Übergang des Betriebszustands der Brennkraftmaschine von einem Normalbetrieb in den Leerlauf oder das Schubabschalten, also der Abschaltung der Kraftstoffzufuhr in die Zylinder der Brennkraftmaschine über die Einspritzventile 34 oder umgekehrt erfolgt. In diesen Fällen ändert sich der Abfluss von Kraftstoff aus dem Kraftstoffspeicher durch die Einspritzventile sehr schnell, was dann bei nahezu unveränderter Förderleistung der Hochdruckpumpe 54 zu einer sehr starken Änderung des Durchflusses durch den elektromagnetischen Regulator 56 führt. Gerade bei diesen Betriebszustandsübergängen wird durch das Programm gemäß Figur 2 ein starkes Überschwingen oder Unterschwingen des Istwertes FUP_AV des Kraftstoffdruckes wirksam verhindert. So kann dann auch gewährleistet werden, dass die Brennkraftmaschinen die Abgasemissionen der Brennkraftmaschine auch in diesen Betriebszuständen auf einem niedrigen Niveau gehalten werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Kraftstoffdrucks in einer Zu-
5 fühereinrichtung (5) für Kraftstoff einer Brennkraftmaschi-

ne, wobei die Zufühereinrichtung (5) eine Kraftstoffpumpe
10 (54) aufweist, die Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher
(55) pumpt, der Einspritzventile (34) mit Kraftstoff ver-
sorgt und der mit einem Regulatorventil verbunden ist, das
15 abhängig von einem Stellsignal (SG) den Kraftstoffdruck
einstellt, mit folgenden Schritten:

- das Stellsignal (SG) wird abhängig von einem gewünschten Kraftstoffdruck (FUP_SP) und einer die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch das Regulatorventil charakterisierenden Größe ermittelt und
- das Regulatorventil wird mit dem Stellsignal (SG) ange-
15 steuert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
20 die die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch
das Regulatorventil charakterisierende Größe die Änderung
des Durchflusses ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
25 die die Dynamik des Durchflusses des Kraftstoffes durch
das Regulatorventil charakterisierenden Größe die Änderung
des Kraftstoffdruckes ist.

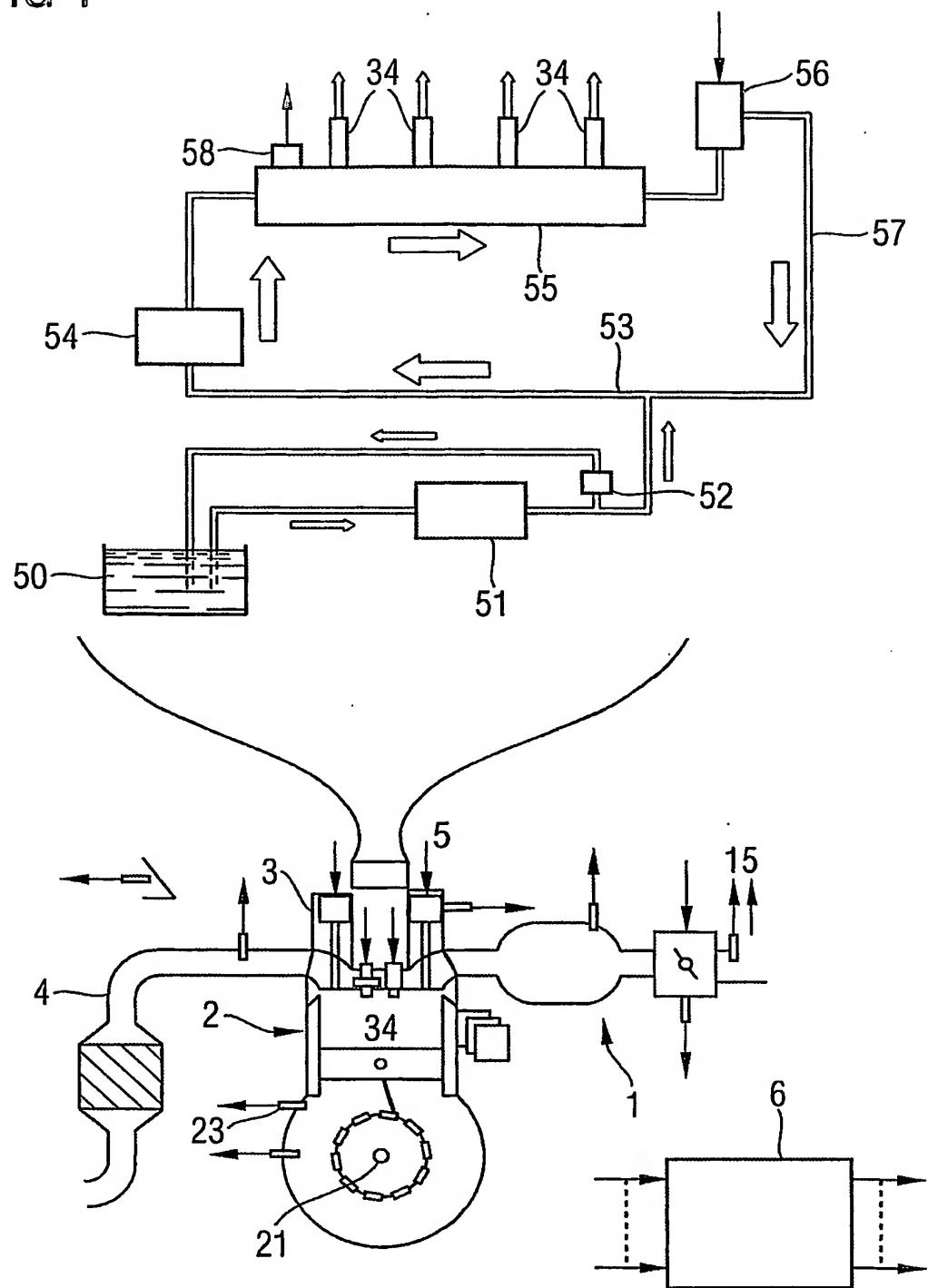
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch
30 gekennzeichnet, dass das Regulatorventil ein elektromagne-
tischer Regulator (56) ist und dass durch das Stellsignal
(SG) die Bestromung des elektromagnetischen Regulators
(56) beeinflusst wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4 und 2, dadurch gekennzeichnet,
35 dass bei einem Steigen des Durchflusses, die Bestromung
verringert wird und bei einem Sinken des Durchflusses die
Bestromung erhöht wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekenn-
zeichnet, dass bei einem Steigen des Kraftstoffdruckes die
Bestromung verringert wird und bei einem Sinken des Kraft-
stoffdruckes die Bestromung erhöht wird.

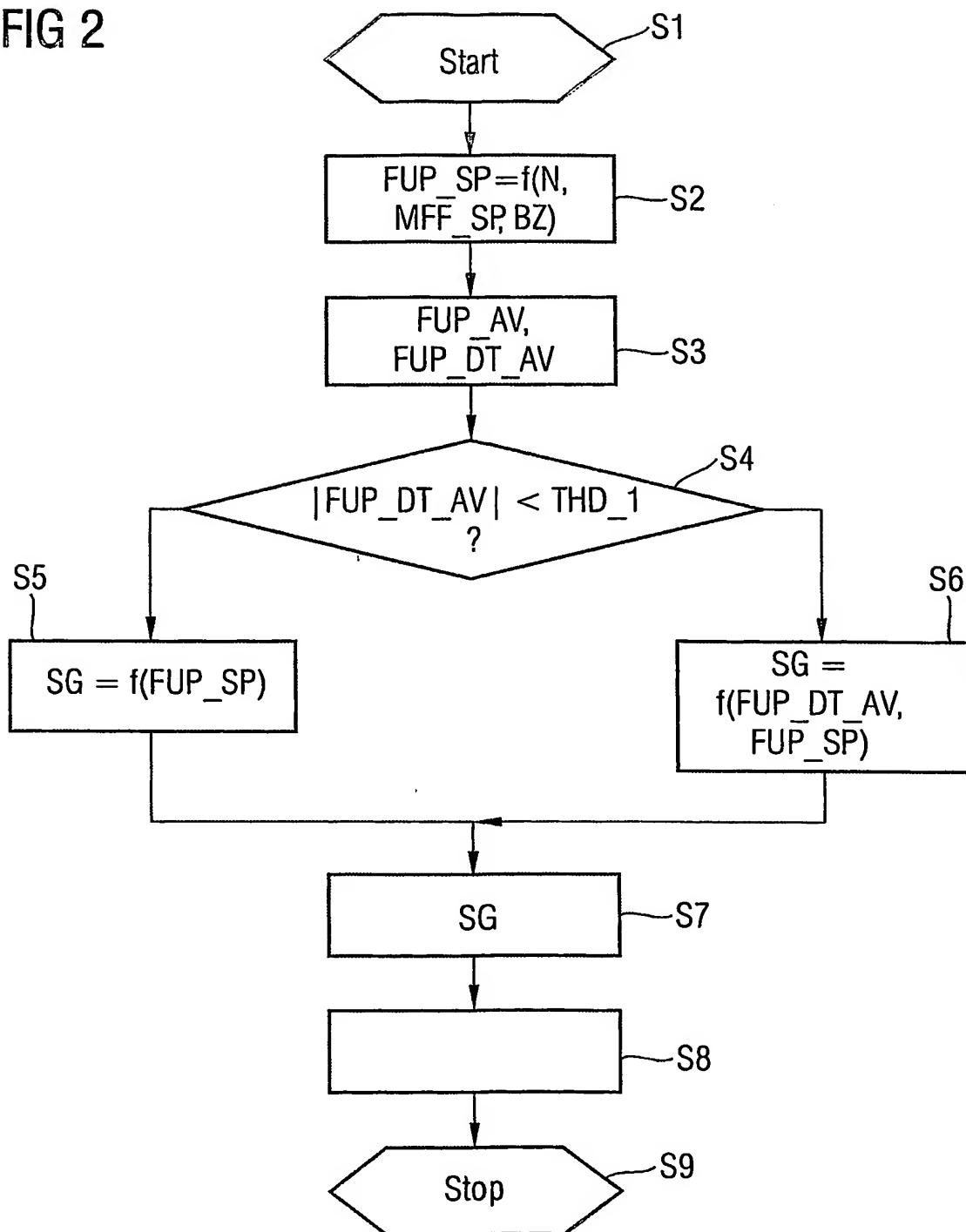
5

FIG 1



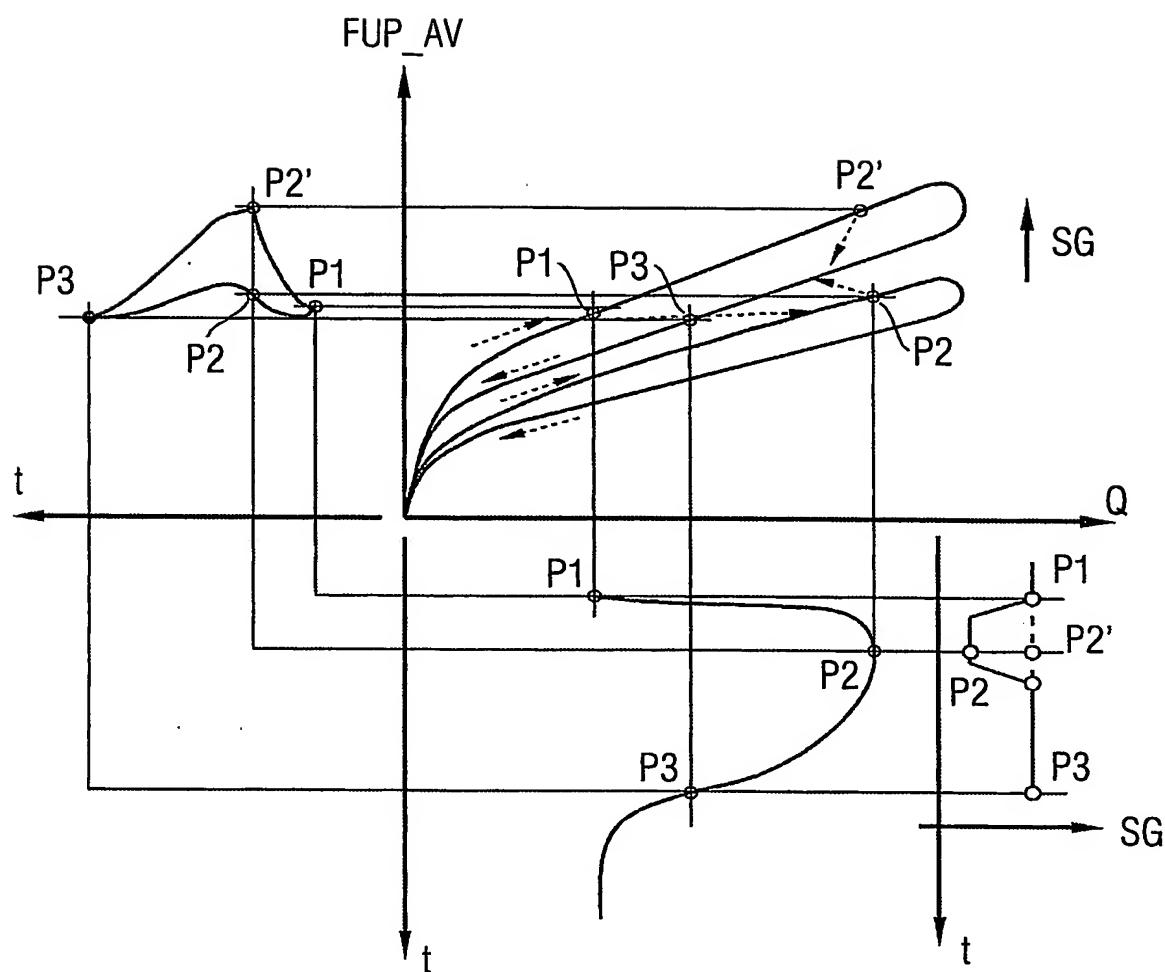
2/3

FIG 2



3/3

FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/002619

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02D41/38 F02D35/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 16 900 A (BOSCH GMBH ROBERT) 8 November 2001 (2001-11-08) abstract paragraphs '0001!-'0006!, '0023!-'0026!; figure 2 ---	1-6
A	DE 101 12 702 A (BOSCH GMBH ROBERT) 2 October 2002 (2002-10-02) abstract paragraphs '0014!-'0017! ---	1-6
A	DE 197 31 994 A (BOSCH GMBH ROBERT) 28 January 1999 (1999-01-28) abstract column 3, line 31 -column 5, line 29 --- -/-	1-6

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 June 2004

Date of mailing of the international search report

17/06/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nicolás, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/002619

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 101 31 507 A (BOSCH GMBH ROBERT) 23 January 2003 (2003-01-23) abstract paragraph '0014! -----	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/002619

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
DE 10016900	A	08-11-2001	DE 10016900 A1 FR 2807475 A1 IT MI20010660 A1 JP 2001349244 A	08-11-2001 12-10-2001 30-09-2002 21-12-2001
DE 10112702	A	02-10-2002	DE 10112702 A1 WO 02075140 A1 EP 1377736 A1	02-10-2002 26-09-2002 07-01-2004
DE 19731994	A	28-01-1999	DE 19731994 A1 FR 2766521 A1 GB 2327778 A ,B JP 11093751 A	28-01-1999 29-01-1999 03-02-1999 06-04-1999
DE 10131507	A	23-01-2003	DE 10131507 A1 GB 2378773 A ,B IT MI20021416 A1 JP 2003056396 A	23-01-2003 19-02-2003 29-12-2003 26-02-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/002619

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02D41/38 F02D35/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 100 16 900 A (BOSCH GMBH ROBERT) 8. November 2001 (2001-11-08) Zusammenfassung Absätze '0001!-'0006!, '0023!-'0026!; Abbildung 2 ---	1-6
A	DE 101 12 702 A (BOSCH GMBH ROBERT) 2. Oktober 2002 (2002-10-02) Zusammenfassung Absätze '0014!-'0017! ---	1-6
A	DE 197 31 994 A (BOSCH GMBH ROBERT) 28. Januar 1999 (1999-01-28) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 31 -Spalte 5, Zeile 29 --- -/-	1-6

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

10. Juni 2004

17/06/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2260 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Nicolás, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/002619

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 101 31 507 A (BOSCH GMBH ROBERT) 23. Januar 2003 (2003-01-23) Zusammenfassung Absatz '0014! -----	1-6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002619

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10016900	A	08-11-2001	DE 10016900 A1 FR 2807475 A1 IT MI20010660 A1 JP 2001349244 A	08-11-2001 12-10-2001 30-09-2002 21-12-2001
DE 10112702	A	02-10-2002	DE 10112702 A1 WO 02075140 A1 EP 1377736 A1	02-10-2002 26-09-2002 07-01-2004
DE 19731994	A	28-01-1999	DE 19731994 A1 FR 2766521 A1 GB 2327778 A ,B JP 11093751 A	28-01-1999 29-01-1999 03-02-1999 06-04-1999
DE 10131507	A	23-01-2003	DE 10131507 A1 GB 2378773 A ,B IT MI20021416 A1 JP 2003056396 A	23-01-2003 19-02-2003 29-12-2003 26-02-2003